

## KOREAN LAID-OPEN PATENT PUBLICATION

- (1) Publication number : 2002-84776
- (2) Publication date : November 11, 2002
- (3) Application number : 2001-24127
- (4) Filing date : May 03, 2001
- (5) Applicant : MAZELTELECOM CO., LTD.
- (6) Inventor : KIM, HAK SEON
- (7) Title of Invention : VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR FOR  
MULTI BAND

### (8) Abstract:

PURPOSE: A voltage controlled oscillator for multi band is provided, which can select a plurality of frequencies with a variable inductor using one oscillator and a MEMS(Micro-Electro Mechanical System) switch.

CONSTITUTION: A resonator(10) can select a frequency according to an external control signal, and an oscillator(20) oscillates and amplifies a frequency signal selected in the above resonator. The resonator includes a variable inductor(12) whose synthesized inductance is varied according to the external control signal and a capacitor(C1) connected in parallel with the variable inductor. The variable inductor includes a plurality of inductors(L1,L2,L3) connected serially with different inductances and switches(S1,S2) which are connected between the inductors and are switched by the external control signal and then form a closed loop by the capacitor and more than one inductor selected by the switching.

引用例の写し

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51)。Int. Cl. 7  
H03B 5/08

(11) 공개번호 특2002-0084776  
(43) 공개일자 2002년11월11일

(21) 출원번호 10-2001-0024127  
(22) 출원일자 2001년05월03일

(71) 출원인 마젤텔레콤 주식회사  
대전광역시 유성구 봉명동 535-5 유성 한진 리조트오피스텔 320호  
(72) 발명자 김학선  
대전광역시서구둔산1동크로바아파트115-1001  
(74) 대리인 조현석  
김항래

심사청구 : 있음

(54) 다중밴드용 전압제어 발진기

요약

본 발명은 다중밴드용 전압제어 발진기에 관한 것으로서, 한 개의 발진기와 MEMS(Micro-Electro Mechanical Systems) 스위치를 이용한 가변인덕터로 복수의 주파수를 선택할 수 있도록 하기 위한 것이다.

이를 위하여 본 발명은, 외부 제어신호에 따라 주파수를 선택할 수 있는 공진기와, 공진기에서 선택한 주파수 신호를 발진 증폭하는 발진기를 포함하는 다중밴드용 전압제어 발진기를 제공한다.

공진기는 외부 제어신호에 따라 합성 인덕턴스가 가변되는 가변인덕터와, 가변인덕터와 병렬로 연결된 캐패시터를 포함한다. 그리고, 가변인덕터는 서로 다른 인덕턴스를 가지고 직렬로 연결된 복수의 인덕터와, 인덕터 사이에 각각 연결되며 외부 제어신호에 따라 각각 스위칭되어 캐패시터와 페루프를 형성하는 MEMS 스위치를 포함한다.

따라서, 본 발명은 가변 MEMS 인덕터와 한 개의 전압제어 발진기로 다중밴드용 전압제어 발진기를 구현할 수 있으며, LC 탱크 구현시 캐패시터를 공통으로 사용하기 때문에 전체적인 크기가 줄고 가격이 절감되는 효과가 있다.

대표도  
도 2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술의 전압제어 발진기를 도시한 회로도이고,

도 2는 본 발명에 따른 다중밴드용 전압제어 발진기의 일실시예를 도시한 회로도이고,

도 3은 본 발명에 따른 다중밴드용 전압제어 발진기의 다른 실시예를 도시한 회로도이고,

도 4는 본 발명에 따른 다중밴드용 전압제어 발진기의 또 다른 실시예를 도시한 회로도이고,

도 5는 단일입력 멀티출력(Single Input Multi Through) 방식의 스위치를 사용한 일실시예를 도시한 회로도이고,

도 6은 셀룰러와 PCS 밴드에서 시뮬레이션 한 주파수 대비 이득표이다.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

10 : 공진기 12 : 가변인덕터

20 : 발진기 L1,L2,L3 : 인덕터

C1 : 캐패시터 S,S1,S2,S3 : 스위치

S11,S12 : 차단스위치

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 다중밴드용 전압제어 발진기에 관한 것으로서, 한 개의 발진기와 MEMS(Micro-Electro Mechanical Systems) 스위치를 이용한 가변인덕터로 복수의 주파수를 선택할 수 있도록 한 다중밴드용 전압제어 발진기에 관한 것이다.

전압제어 발진기(Voltage Controlled Oscillator ; VCO)는 통신시스템에서 채널 선택기능을 가지고 단일 주파수를 발진하는 소자이다. 기존의 전압제어 발진기는 주로 인덕터(L)와 캐패시터(C)를 사용한 정제환 회로를 사용하여 원하는 주파수를 선택하고, 밴드 선택을 위해서 가변콘덴서를 사용한다.

즉, 공진주파수가  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  로 결정되며, 가변콘덴서에 의한 채널 선택시의 주파수는  $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C+C_0)}}$  이다.

그러나, 가변콘덴서의 캐패시턴스 변화량( $\Delta C$ )이 발진 주파수의 10% 정도 내외에서 발진할 수 있을 정도로 매우 작아서 주파수 튜닝 범위에 한계가 있다.

따라서, 주파수의 범위를 크게 변화시키기 위해서는 고정된 캐패시터나 인덕터를 변화시켜야 하는데, 전압제어 발진기 모듈이나 RF IC의 경우에는 주파수 값이 하나로 한정되어 있는 문제점이 있다.

그리고, 전압제어 발진기 모듈에 들어갈 수 있는 스위치가 없었으며, 인덕터의 값을 미세하게 제어할 기술이 없었기 때문이다.

최근의 이동통신 단말기는 하나의 밴드에서만 동작하는 것보다 둘 또는 세 개의 밴드(Dual Band 또는 Tri-Band)나 그 이상의 밴드에서 동작하는 것이 많으며, 이 때마다 2개 이상의 발진기를 모드 선택(Mode Selection)하여 사용하고 있다.

기존의 듀얼밴드 전압제어 발진기로는 컴바이너 네트워크가 분리된 두 개의 발진기, 편 다이오드 스위치가 있는 발진기, 멀티플라이어 회로가 있는 단일 발진기, 광대역 발진기, RF MEMS 스위치를 이용하여 복수의 공진 탱크를 선택하는 방식 등이 있었다.

그러나, 컴바이너 네트워크(combiner network)가 있는 분리된 두 개의 발진기의 경우 두 개의 완전한 전압제어 발진기 회로가 필요하고, 컴바이너 네트워크에 의한 전력소모가 심한 단점이 있다.

편 다이오드 스위치가 있는 발진기의 경우 로우 온(low 'on') 임피던스를 얻기 위해서 요구되는 큰 DC 전류로 인하여 전류소모가 크며, 공진회로에 스위치가 있는 경우 공진 첨예도(Q)를 감소시킨다. 또한 오프(off)시에 스퓨리어스 신호를 발생시키는 단점을 가지고 있다.

더블러(doubler) 혹은 트리플러(tripler) 같은 멀티플라이어를 사용하는 경우 출력에 항상 스퓨리어스 신호가 나타나며, 수신기의 성능저하와 타 무선 서비스와의 간섭을 막기 위하여 반드시 필터링 되어야 한다.

광대역 발진기의 경우 튜닝 컨트롤에 민감하며, 이로 인해 컨트롤 라인을 통해 들어오는 잡음에 영향을 받기 쉬운 단점이 있다.

도 1의 복수의 공진 탱크를 선택하는 방식은 공진주파수에 따라 개별적인 공진 탱크가 필요하다는 단점을 가지고 있다. 즉, 발진주파수를 결정하는 인덕터와 캐패시터를 여러 개 배치하여 필요한 부분을 선택할 수 있게 하였지만, 실제로 밴드수만큼의 인덕터, 캐패시터, 스위치가 필요하고, 컨트롤을 하기 위한 비트수도 그만큼 증가한다.

따라서, RF MEMS 인덕터를 사용하여 미세한 인덕턴스 값의 제어가 이루어지지 않으면 구현자체가 힘들며, 부피 및 면적이 증가하여 실용성이 적고, 가변콘텐서의 변화량에 매우 민감한 문제점이 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로, 본 발명은 한 개의 발진기와 MEMS 스위치를 이용한 가변인덕터로 복수의 주파수를 선택할 수 있는 다중밴드용 전압제어 발진기를 제공함에 그 목적이 있다.

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일실시예에서는, 외부 제어신호에 따라 주파수를 선택할 수 있는 공진기; 및 상기 공진기에서 선택한 주파수 신호를 발진 증폭하는 발진기를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중밴드용 전압제어 발진기를 제공한다.

상기 공진기는 상기 외부 제어신호에 따라 합성 인덕턴스가 가변되는 가변인덕터; 및 상기 가변인덕터와 병렬로 연결된 캐패시터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 가변인덕터는 서로 다른 인덕턴스를 가지고 직렬로 연결된 복수의 인덕터; 및 상기 인덕터 사이에 각각 연결되며, 상기 외부 제어신호에 따라 각각 스위칭되어 상기 캐패시터와 상기 스위칭에 의해 선택되는 하나 이상의 인덕터에 의한 폐루프를 형성하는 스위치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

그리고, 상기 가변인덕터는 상기 폐루프에 의한 소정의 인덕턴스 값 형성시에, 상기 인덕턴스 값 구성에 기여하지 않은 다른 인덕터에 의해서 발생하는 상호 인덕턴스를 차단하기 위한 차단스위치를 상기 각각의 인덕터 사이에 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 스위치와 차단스위치는 MEMS 스위치인 것을 특징으로 한다.

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에서는, 상기 가변인덕터는 서로 다른 인덕턴스를 가지며, 서로 병렬로 연결된 복수의 인덕터; 및 상기 외부 제어신호에 따라 각각 스위칭되어 상기 캐패시터와 페루프를 형성하는 스위치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 또 다른 실시예에서는, 상기 가변인덕터는 서로 다른 인덕턴스를 가지고 병렬로 연결된 복수의 인덕터; 및 상기 인덕터에 각각 직렬로 연결되는 다수의 스위치 접점을 갖고, 상기 외부제어 신호에 따라 상기 다수의 스위치 접점 중 하나를 선택적으로 접속하여 상기 캐패시터와 페루프를 형성하는 단일입력 멀티출력 방식의 스위치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

다른 실시예와 또 다른 실시예에서 상기 스위치는 MEMS 스위치인 것을 특징으로 한다.

#### 발명의 구성 및 작용

본 발명의 목적과 특징 및 장점은 첨부 도면 및 다음의 상세한 설명을 참조함으로써 더욱 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

이하에서 본 발명은 한 개의 발진기와 MEMS 스위치를 이용한 가변인덕터로 복수의 주파수를 선택할 수 있도록 한 다중밴드용 전압제어 발진기를 바람직한 실시예로서 제안한다.

도 2 내지 도 5는 본 발명에 따른 다중밴드용 전압제어 발진기의 각 실시예를 도시한 회로도이다.

도 2 내지 도 5에서, 본 발명은 외부 제어신호에 따라 주파수를 선택할 수 있는 공진기(10)와, 공진기(10)에서 선택한 주파수 신호를 발진 증폭하는 발진기(20)를 포함한다. 여기서, 외부 제어신호는 모드변환이나 전원 등에 의해서 출력되는 제어신호일 수 있으며, 다중밴드용 전압제어 발진기의 용도에 따라서 여러 가지 형태로 구현이 가능하다.

공진기(10)는 외부 제어신호에 따라 합성 인덕턴스가 가변되는 가변인덕터(12)와, 가변인덕터(12)에 병렬로 연결된 캐패시터(C1)를 포함한다.

도 2 내지 도 3의 실시예에서, 가변인덕터(12)는 서로 다른 인덕턴스를 가지고 직렬로 연결된 복수의 인덕터(L1, L2, L3)와, 인덕터(L1, L2, L3) 사이에 각각 연결되며 외부 제어신호에 따라 각각 스위칭되어 캐패시터(C1)와 상기 스위치에 의해 선택되는 하나 이상의 인덕터에 의한 페루프를 형성하는 스위치(S1, S2)를 포함한다. 여기서, 스위치(S1, S2)는 MEMS 스위치인 것이 바람직하다.

도 3의 실시예에서 가변인덕터는 페루프에 의한 소정의 인덕턴스 값 형성시에, 인덕턴스 값 구성에 기여하지 않은 다른 인덕터에 의해서 발생하는 상호 인덕턴스를 차단하기 위한 차단스위치(S11, S12)를 각각의 인덕터 사이에 포함한다.

도 4의 실시예에서, 가변인덕터(12)는 서로 다른 인덕턴스를 가지고 병렬로 연결된 복수의 인덕터(L1, L2, L3)와, 인덕터(L1, L2, L3)에 각각 직렬로 연결되며 외부 제어신호에 따라 각각 스위칭되어 캐패시터(C1)와 페루프를 형성하는 스위치(S1, S2, S3)를 포함한다. 본 실시예에서 스위치(S1, S2, S3)는 MEMS 스위치인 것이 바람직하다.

도 5의 실시예에서, 가변인덕터(12)는 서로 다른 인덕턴스를 가지고 병렬로 연결된 복수의 인덕터(L1, L2, L3)와, 인덕터(L1, L2, L3)에 각각 직렬로 연결되는 다수의 스위치 접점을 갖고 외부제어 신호에 따라 다수의 스위치 접점 중 하나를 선택적으로 접속하여 캐패시터(C1)와 페루프를 형성하는 단일입력 멀티출력 방식의 스위치(S)를 포함한다. 도 5에서는 스위칭 접점이 3개인 것을 예로 들었지만, 스위칭 접점의 수는 복수의 인덕터에 대응하여 가변될 수 있다.

이상과 같이 구성된 본 발명의 동작과정을 도 2를 참조하여 자세히 설명하면 다음과 같다.

외부 제어신호에 의하여 인덕터 L1에 연결된 스위치 S1 이 온(ON) 되면, 인덕터 L1 과 캐패시터 C1에 의하여 공진주파수가 결정된다. 실제 구현시 상호 인덕턴스를 없애기 위하여 L1과 L2를 서로 수직되게 배치하는 것이 바람직하다. 이와 같이 결정된 공진주파수가 셀룰러 밴드라면, 발진기(20)를 통하여 발진 증폭된 신호는 셀룰러 밴드의 신호만 출력된다.

외부 제어신호에 의하여 인덕터 L2 에 연결된 스위치 S2 가 온 되고 S1이 열리면, 직렬로 연결된 인덕터 L1과 L2 의 인덕턴스와 캐패시터의 캐패시턴스에 의한 공진주파수가 결정되며, 이것을 PCS 밴드로 설정할 수 있다.

만약 외부 제어신호에 의하여 스위치 S1 과 S2 를 온 시키지 않으면, 직렬로 연결된 인덕터 L1,L2,L3 의 인덕턴스와 캐패시터의 캐패시턴스에 의한 공진주파수가 결정되고, IMT-2000 밴드로 설정할 수 있다.

따라서, 외부 제어신호에 따라서 원하는 주파수 밴드를 선택할 수 있으므로, 다중밴드용 전압제어 발진기로 사용할 수 있는 것이다.

도 2의 실시예에서는 캐패시터(C1)를 고정시켜 놓고 인덕터(L1,L2,L3)에 연결된 스위치(S1,S2)를 스위칭하도록 구현하였으며, 스위치의 개수와 인덕터의 개수를 필요한만큼 늘려서 다중밴드를 선택할 수 있도록 구현가능하다

인덕터(L1,L2,L3)와 스위치(S1,S2)는 RF MEMS 기술을 사용하면 극소형으로 제작 가능하며, 코일의 값도 정밀하게 만들 수 있다.

위에서 설명한 바와 같이 인덕터 2개를 사용하면 듀얼밴드를 선택할 수 있고, 여러 개를 연결하면 멀티밴드를 선택할 수 있는 전압제어 발진기가 된다.

예를들어, 소프트웨어를 사용하여 3비트로 이루어진 외부 제어신호를 사용하고, 100 이라는 외부 제어신호를 스위치(S)에 출력하면 인덕터 L1과 연결되고, 010 이면 인덕터 L2 를, 001 이면 인덕터 L3 와 연결시키는 것으로 가정한다.

그러면, 셀룰러 밴드 선택시에는 100, PCS 밴드 선택시에는 010, IMT-2000 밴드 선택시에는 001 을 출력하도록 하면 세가지 밴드를 선택할 수 있는 전압제어 발진기가 된다. 이와 동일한 방식으로 확장하면 멀티밴드가 되며, 도 3에도 동일하게 적용된다.

도 3은 본 발명에 따른 다중밴드용 전압제어 발진기의 다른 실시예를 도시한 회로도이다. 도 3에서 가변인덕터는 페루프에 의한 소정의 인덕턴스 값 형성시에, 인덕턴스 값 구성에 기여하지 않은 다른 인덕터에 의해서 발생하는 상호 인덕턴스를 차단하기 위한 차단스위치를 각각의 인덕터 사이에 더 포함시켜 매우 안정된 동작을 할 수 있도록 구현하였다.

예를들면, 스위치 S1 을 연결시, 인덕터 L1 과 상호 인덕턴스를 발생하는 인덕터 L2 를 인덕터 L1 과 차단하기 위하여 차단스위치 S11 이 포함되어 있다. 그리고, 스위치 S2 를 연결하여 인덕터 L1,L2 에 의한 페루프 형성시 이들 인덕터 (L1,L2)와 상호 인덕턴스를 발생하는 인덕터 L3를 차단하기 위하여 차단스위치 S12 가 포함되어 있다.

차단스위치(S11,S12)도 위에서 설명한 스위치(S1,S2)와 동일한 방식으로 제어되며, MEMS 스위치를 사용하는 것이 바람직하다.

도 4는 본 발명에 따른 다중밴드용 전압제어 발진기의 또 다른 실시예를 도시한 회로도이다.

도 4를 도 2와 비교하면, 도 2에서는 스위치(S1,S2)의 연결에 따라 인덕터(L1,L2,L3)가 직렬로 연결되는 형태이지만, 도 4에서는 스위치(S1,S2,S3)의 연결에 따라 인덕터(L1,L2,L3)가 병렬로 연결되는 형태이다.

그리고, 도 3에서와 같이 인덕터간의 상호 인덕턴스를 차단하기 위한 차단스위치를 더 포함시켜 안정된 동작을 할 수 있도록 구현할 수도 있다.

도 5에서와 같이, 단일입력 멀티출력(Single Input Multi Through)을 가지는 스위치(S)를 사용하면, 단 하나의 스위치로 필요로 하는 밴드만을 선택하여 사용할 수 있다.

도 6은 셀룰러와 PCS 밴드에서 시뮬레이션 한 주파수 대비 이득표이며, 다중밴드용 전압제어 발진기를 시뮬레이션 한 결과이다.

도 6a의 시뮬레이션 결과에서, 0.9GHz 에서 발진하는 주파수의 크기가 3.6 dBm이 나오는 것을 볼 수 있으며, 주변의 출력들은 실제 설계시 제거된다. 따라서, 인덕터의 값을 조정하면 정확한 셀룰러 밴드로 설계할 수 있으며, MEMS 인덕터를 사용하면 매우 작은 값까지 컨트롤 할 수 있다.

도 6b에서는 1.8GHz 에서의 동작을 설명하는 그림으로 발진 주파수에서의 출력이 4.5dBm 이 나오는 것을 나타내고 있다. 실제로 상품화할 경우에 각 밴드에서의 출력이 기준 스펙에 일치하도록 출력조정할 수 있다.

이상의 본 발명은 상기에 기술된 실시예들에 의해 한정되지 않고, 당업자들에 의해 다양한 변형 및 변경을 가져올 수 있으며, 이는 첨부된 청구항에서 정의되는 본 발명의 취지와 범위에 포함된다.

#### 발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은, 가변 MEMS 인덕터와 한 개의 전압제어 발진기로 다중밴드용 전압제어 발진기를 구현할 수 있으며, LC 탱크 구현시 캐패시터를 공통으로 사용하기 때문에 전체적인 크기가 줄고 가격이 절감되는 효과가 있다.

그리고, 기존의 증폭기 및 주변회로는 변경하지 않고, 밴드를 선택할 수 있는 스위치(Band Selection Switch)와 인덕터를 간단히 추가하면 된다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

외부 제어신호에 따라 주파수를 선택할 수 있는 공진기; 및

상기 공진기에서 선택한 주파수 신호를 발진 증폭하는 발진기를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중밴드용 전압제어 발진기.

##### 청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 공진기는

상기 외부 제어신호에 따라 합성 인덕턴스가 가변되는 가변인덕터; 및

상기 가변인덕터와 병렬로 연결된 캐패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중밴드용 전압제어 발진기.

##### 청구항 3.

제 2항에 있어서, 상기 가변인덕터는

서로 다른 인덕턴스를 가지고 직렬로 연결된 복수의 인덕터; 및

상기 인덕터 사이에 각각 연결되며, 상기 외부 제어신호에 따라 각각 스위칭되어 상기 캐패시터와 상기 스위칭에 의해 선택되는 하나 이상의 인덕터에 의한 폐루프를 형성하는 스위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중밴드용 전압제어 발진기.

##### 청구항 4.

제 3항에 있어서, 상기 스위치는 MEMS 스위치인 것을 특징으로 하는 다중밴드용 전압제어 발진기.

청구항 5.

제 3항 또는 제 4항에 있어서, 상기 가변인덕터는

상기 페루프에 의한 소정의 인덕턴스 값 형성시에, 상기 인덕턴스 값 구성에 기여하지 않은 다른 인덕터에 의해서 발생 하는 상호 인덕턴스를 차단하기 위한 차단스위치를 상기 각각의 인덕터 사이에 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중밴드용 전압제어 발진기.

청구항 6.

제 5항에 있어서, 상기 차단 스위치는 MEMS 스위치인 것을 특징으로 하는 다중밴드용 전압제어 발진기.

청구항 7.

제 2항에 있어서, 상기 가변인덕터는

서로 다른 인덕턴스를 가지고 병렬로 연결된 복수의 인덕터; 및

상기 인덕터에 각각 직렬로 연결되며, 상기 외부제어 신호에 따라 각각 스위칭되어 상기 캐패시터와 페루프를 형성하는 스위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중밴드용 전압제어 발진기.

청구항 8.

제 2항에 있어서, 상기 가변인덕터는

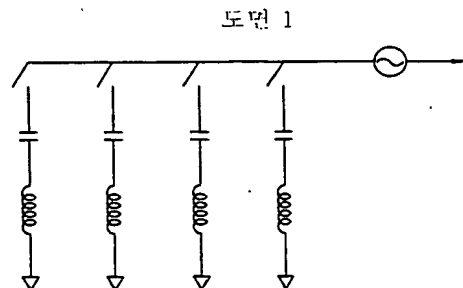
서로 다른 인덕턴스를 가지고 병렬로 연결된 복수의 인덕터; 및

상기 인덕터에 각각 직렬로 연결되는 다수의 스위치 접점을 갖고, 상기 외부제어 신호에 따라 상기 다수의 스위치 접점 중 하나를 선택적으로 접속하여 상기 캐패시터와 페루프를 형성하는 단일입력 멀티출력 방식의 스위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중밴드용 전압제어 발진기.

청구항 9.

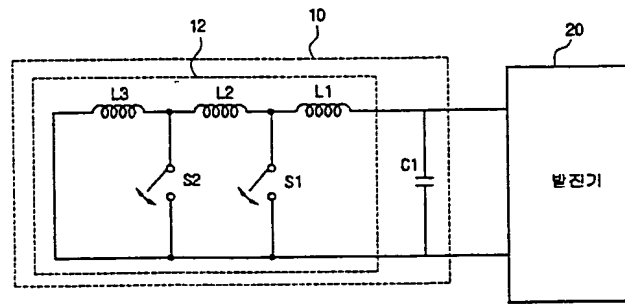
제 7항 또는 제 8항에 있어서, 상기 스위치는 MEMS 스위치인 것을 특징으로 하는 다중밴드용 전압제어 발진기.

도면

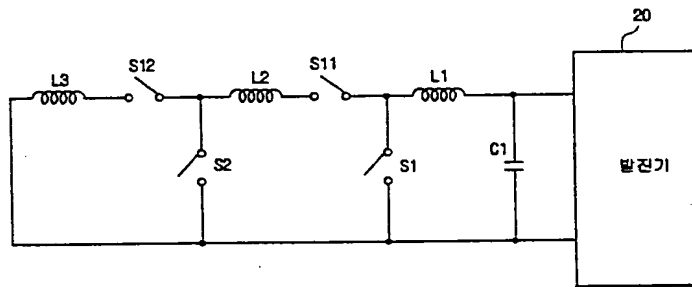




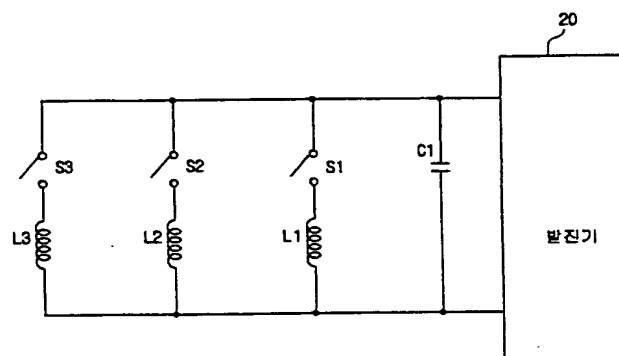
도면 2



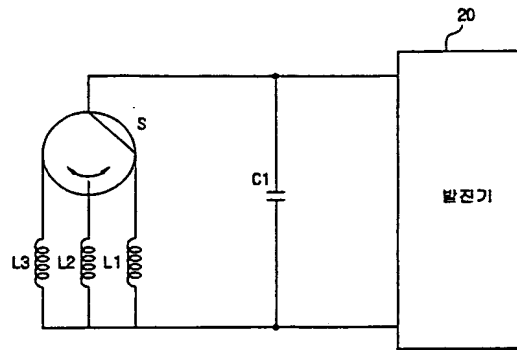
도면 3



도면 4



도면 5



도면 6

